



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین  
دانشکده بهداشت

پایان نامه

دوره کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه ای

**بررسی ارتباط کیفیت هوای داخلی با عملکرد سیستم تهویه در اتاق های عمل بیمارستان کوثر شهر قزوین**

ارائه دهنده: **ثنا شکری**

استاد راهنما: **دکتر احمد نیک پی**

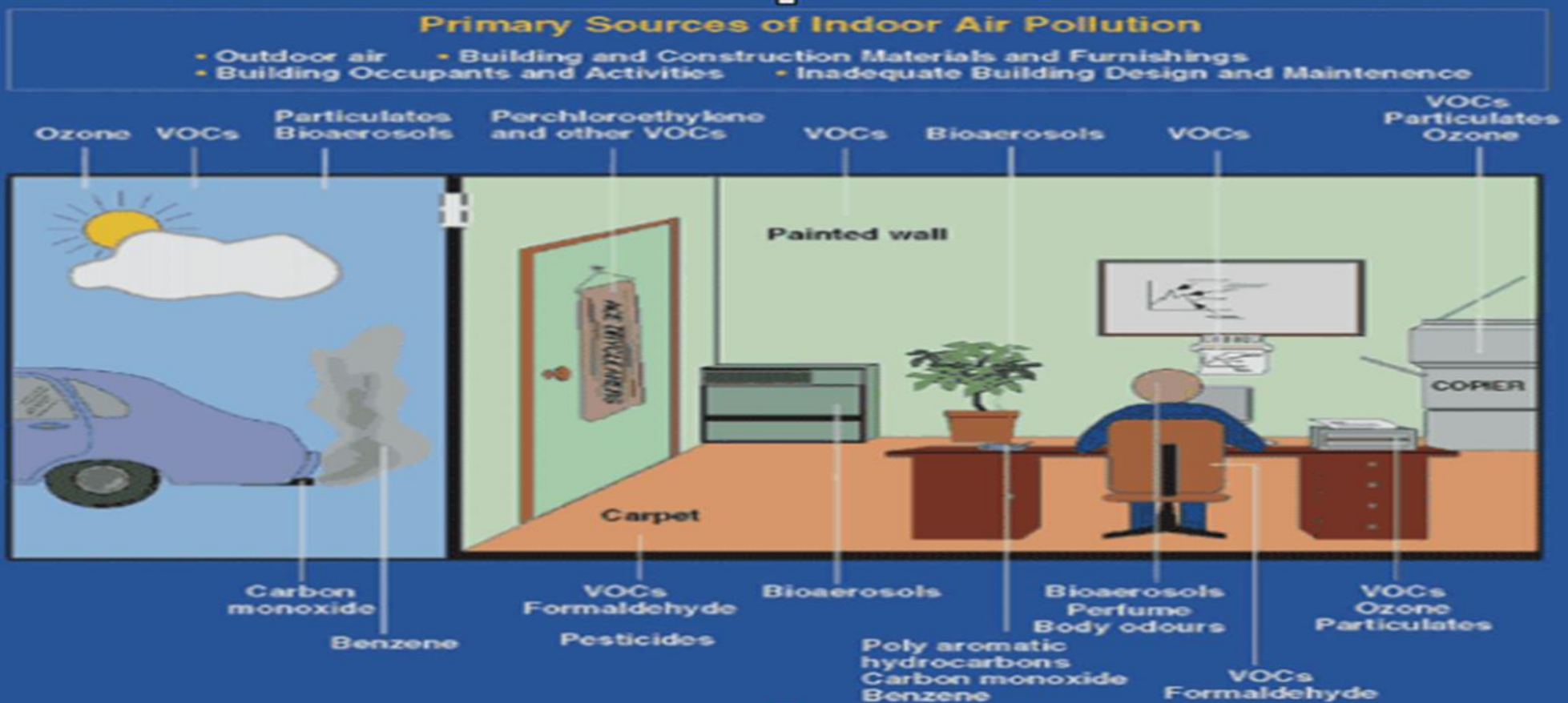
استاد مشاور: **دکتر علی صفری واریانی**

پاییز ۱۳۹۵



# مقدمه و معرفی طرح

تراکم آلاینده ها در محیط های داخلی ۲ تا ۱۰۰ برابر محیط بیرون (EPA)



# کیفیت هوا در بیمارستان

IAQ در بیمارستان

گروه گیرنده  
خدمات

گروه ارائه  
دهنده خدمات

۲ میلیون عفونت بیمارستانی، با هزینه ۵ تا ۱۰ میلیارد دلار در سال (آمریکا)

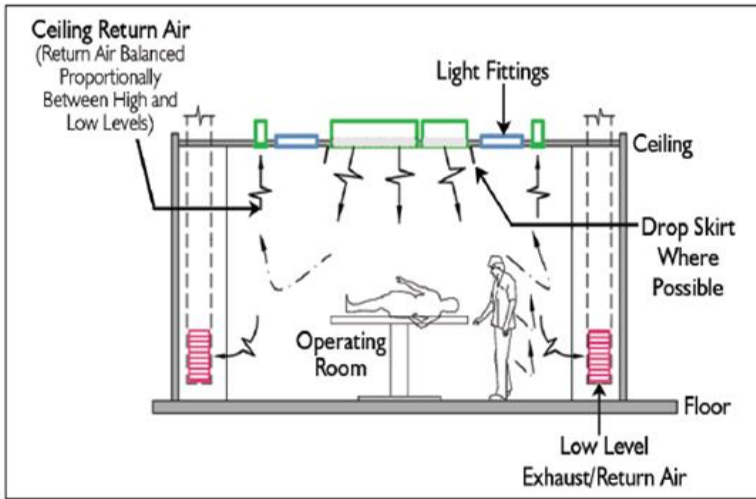
# اهمیت کیفیت هوا در اتاق عمل



# اتاق پا ک کلاس ۷ (ایزو ISO14644)

۳۵۲۰۰۰	تعداد ذرات نیم میکرون در متر مکعب هوا
۱۰۲۰۰۰۰	تعداد ذرات ۳/۰ میکرون در متر مکعب هوا
۲۹۳۰	تعداد ذرات ۵ میکرون در متر مکعب هوا
۱۵	فشار تفاضلی اتاق عمل (پاسکال)
۴۰-۱۲۰	تعداد دفعات تعویض هوا در ساعت
۲۰-۵۰	درصد محل های ورود هوا در سقف (درصد)
۰/۱۵-۰/۴۵	سرعت هوا در محل های ورود هوا (متر بر ثانیه)
کف یا پایین دیوار	جانمایی محل های برگشت هوا

# اهمیت سیستم تهویه



تهویه

محیط زیست و جامعه

ایمنی پرسنل

ایمنی بیمار

CO<sub>2</sub> ، RH ، عوامل عفونی ، گازهای بیهوشی ، دما ، ذرات معلق  
.....

## استاندارد های کیفیت هوا ASHRAE

رطوبت %	دما C°	دی اکسید کربن PPM
45-55	۲۲.۵-۲۵.۵	۱۰۰۰

## استاندارد های کیفیت هوا EPA و WHO

EPA OUTDOOR	EPA INDOOR	WHO OUTDOOR	WHO INDOOR	
35µg/m <sup>3</sup>	35µg/m <sup>3</sup>	25µg/m <sup>3</sup>	25µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>2.5</sub>
150µg/m <sup>3</sup>	150µg/m <sup>3</sup>	50µg/m <sup>3</sup>	50µg/m <sup>3</sup>	PM <sub>10</sub>

## هدف اصلی:

بررسی ارتباط کیفیت هوای داخلی با عملکرد سیستم تهویه در  
اتاق‌های عمل بیمارستان کوثر شهر قزوین





## اهداف فرعی:

تعیین پارامترهای موثر بر کیفیت هوای داخلی (دما، رطوبت نسبی، غلظت  $\text{CO}_2$  و غلظت  $\text{PM}_{2.5}$ ،  $\text{PM}_{10}$ ) اتاق‌های عمل بیمارستان و مقایسه با استانداردهای زیست محیطی

۱

تعیین پارامترهای موثر بر کیفیت هوای داخلی (دما، رطوبت نسبی،  $\text{CO}_2$  و غلظت  $\text{PM}_{2.5}$ ،  $\text{PM}_{10}$ ) محوطه بیمارستان و مقایسه با استانداردهای زیست محیطی

۲

تعیین تاثیر کیفیت هوای بیرون بر کیفیت هوای اتاق عمل

۳

تعیین عملکرد سیستم تهویه (هواگذر، تعداد دفعات تهویه اتاق، ضریب اختلاط) در اتاق‌های عمل بیمارستان و مقایسه آن‌ها با استاندارد **ASHRAE**

۴

## فرضیات:

۱ میزان پارامترهای موثر بر کیفیت هوای داخلی (دما، رطوبت نسبی، غلظت  $\text{CO}_2$  و غلظت ذرات معلق ( $\text{PM}_{10}$ ،  $\text{PM}_{2.5}$ ) در هوای اتاق‌های عمل بیمارستان در حدود توصیه شده زیست محیطی است.

۲ میزان غلظت  $\text{CO}_2$ ، دما، رطوبت نسبی و غلظت ذرات معلق ( $\text{PM}_{10}$ ،  $\text{PM}_{2.5}$ ) در محوطه بیمارستان در حد توصیه شده زیست محیطی است.

۳ ارتباطی بین کیفیت هوای بیرون با کیفیت هوای داخل وجود ندارد.

۴ میزان منابع انتشار آلودگی در بیمارستان تاثیری بر کیفیت‌ها در اتاق‌های عمل و محوطه بیمارستان ندارند.

## اهداف کاربردی:

- ۱ شناسایی منابع انتشار آلودگی داخلی و محیطی بیمارستان
- ۲ کمک به کنترل عفونت در بیمارستان

# مواد و روش‌ها



□ نوع مطالعه

✓ توصیفی (مقطعی - تحلیلی)





# □ زمان انجام پژوهش

– ۳ ماه زمستان

– دو روز در هفته (نوبت صبح و عصر)

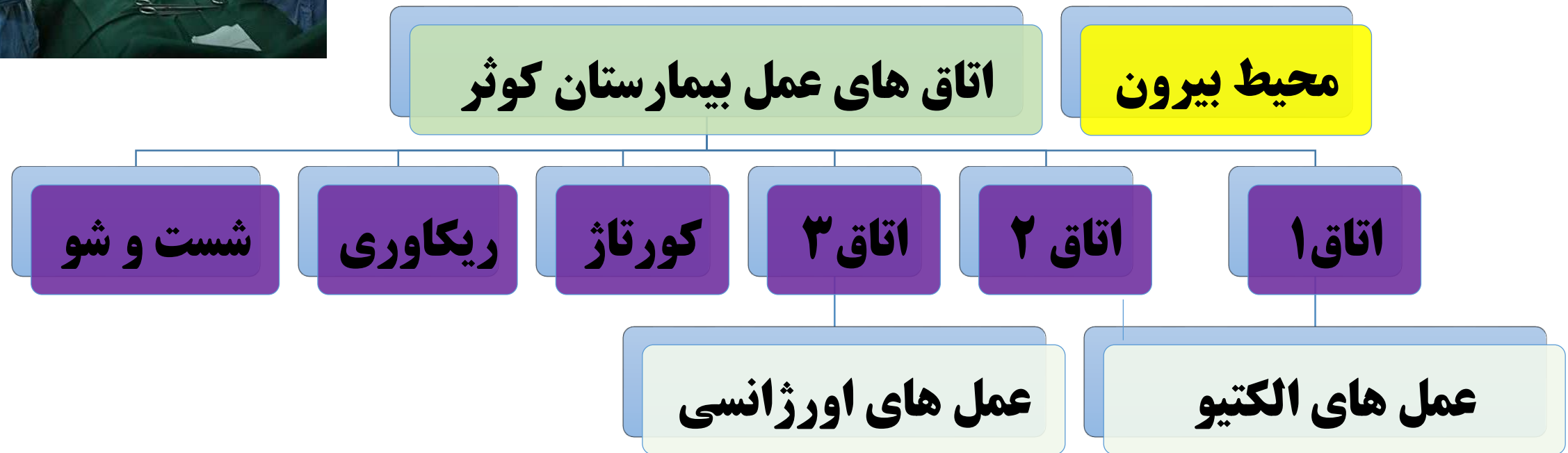
• یکشنبه (روز پرتدد)

• پنج شنبه (روز کم تردد)





# □ جامعه مورد پژوهش



# روش گردآوری داده ها

بیمارستان کوثر

محیط بیرون

بعد از عمل

حین عمل

قبل از عمل

سنجش

Count0.3 · Count 0.5

دما، رطوبت، CO<sub>2</sub>

PM<sub>2.5</sub> · PM<sub>10</sub>

اتاق های عمل

بعد از عمل

حین عمل

قبل از عمل

سنجش

Count0.3 · Count 0.5

ارزیابی سیستم تهویه

دما، رطوبت، CO<sub>2</sub>

PM<sub>2.5</sub> · PM<sub>10</sub>

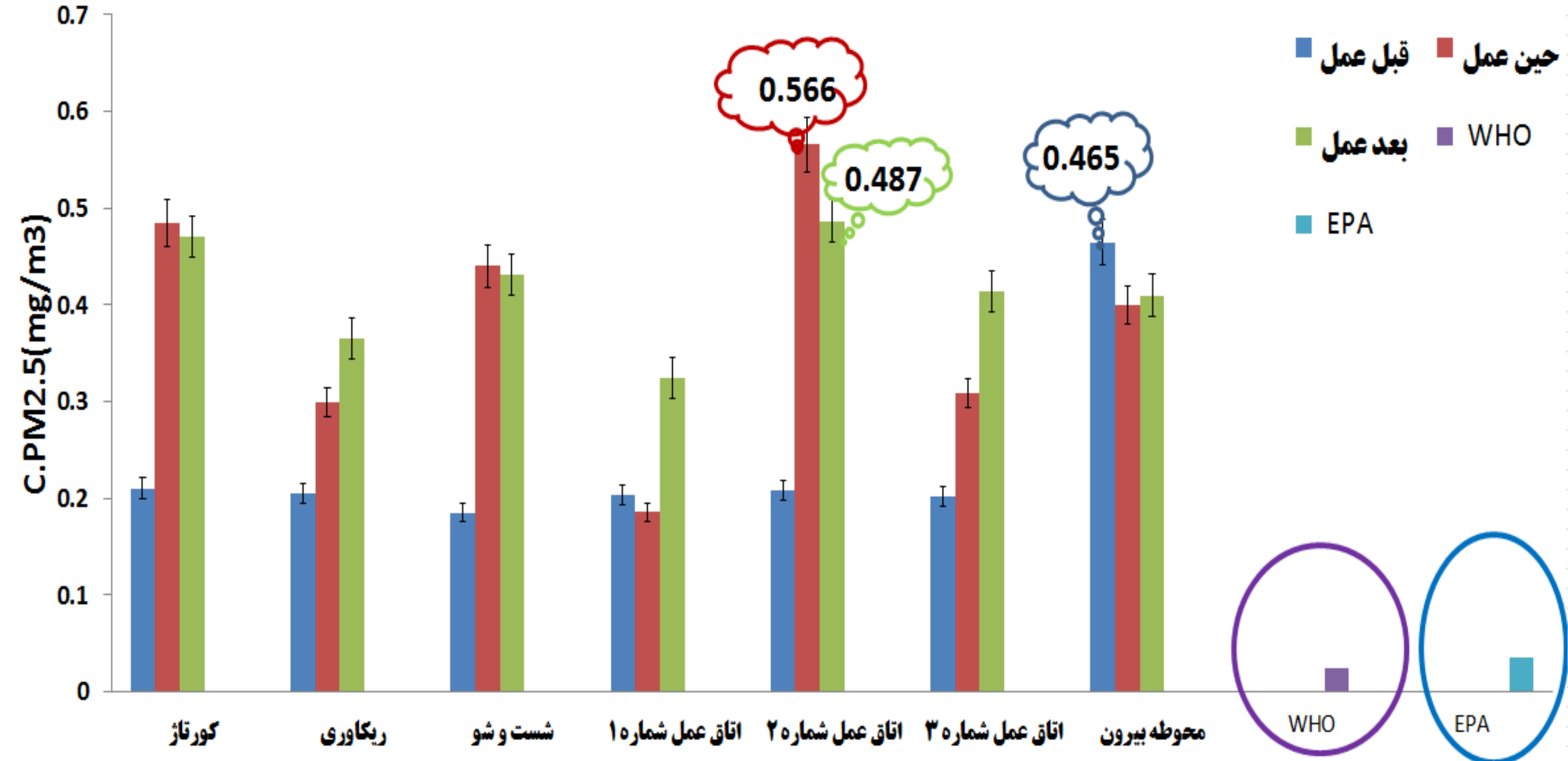




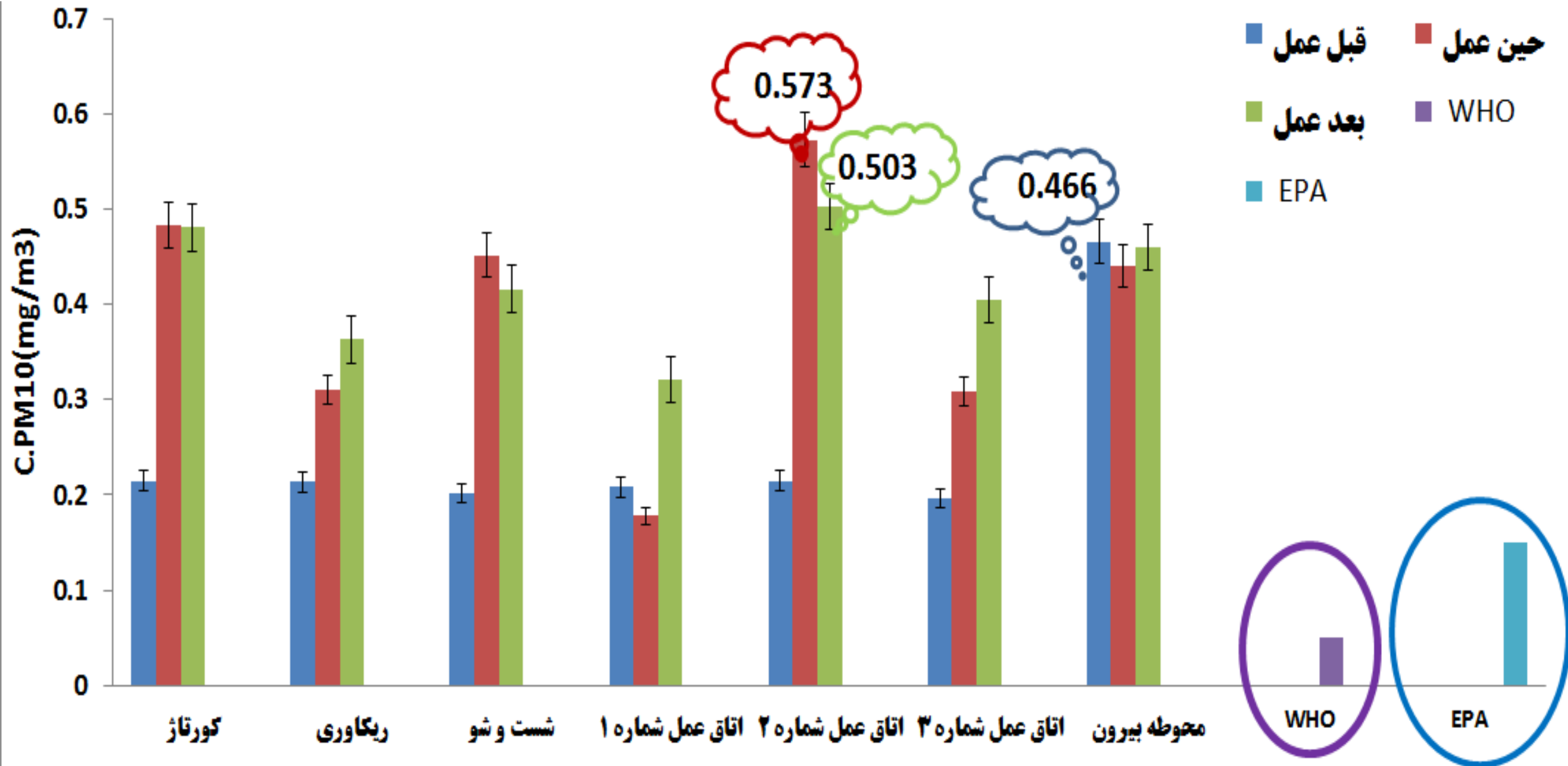
# نتائج



# میانگین غلظت ذرات $PM_{2.5}$ در مقایسه با استاندارد US.EPA و WHO



# میانگین غلظت ذرات $PM_{10}$ در مقایسه با استاندارد US.EPA و WHO



# بررسی ارتباط میان $PM_{2.5}$ و $PM_{10}$ در شرایط قبل، حین و بعد از عمل در اتاق‌های عمل و محوطه بیرونی ( $p=0.001$ )

محل نمونه برداری	قبل از عمل	حین عمل	بعد از عمل
	همبستگی (۲)	همبستگی (۲)	همبستگی (۲)
اتاق عمل شماره ۱	۰/۹۹۳	۰/۹۳۱	۰/۹۹۸
اتاق عمل شماره ۲	۰/۹۹۹	۰/۹۹۹	۰/۹۹۱
اتاق عمل شماره ۳	۰/۹۹۸	۰/۹۸۸	۰/۹۸۹
گورتاز	۰/۹۹۹	۰/۹۷۷	۰/۹۹۸
ریکاوری	۰/۹۹۷	۰/۹۹۹	۰/۹۷۵
شست و شو	۰/۹۶۸	۰/۹۹۸	۰/۹۸۷
محوطه بیرونی	۰/۹۸۱	۰/۹۹۶	۰/۹۶۷

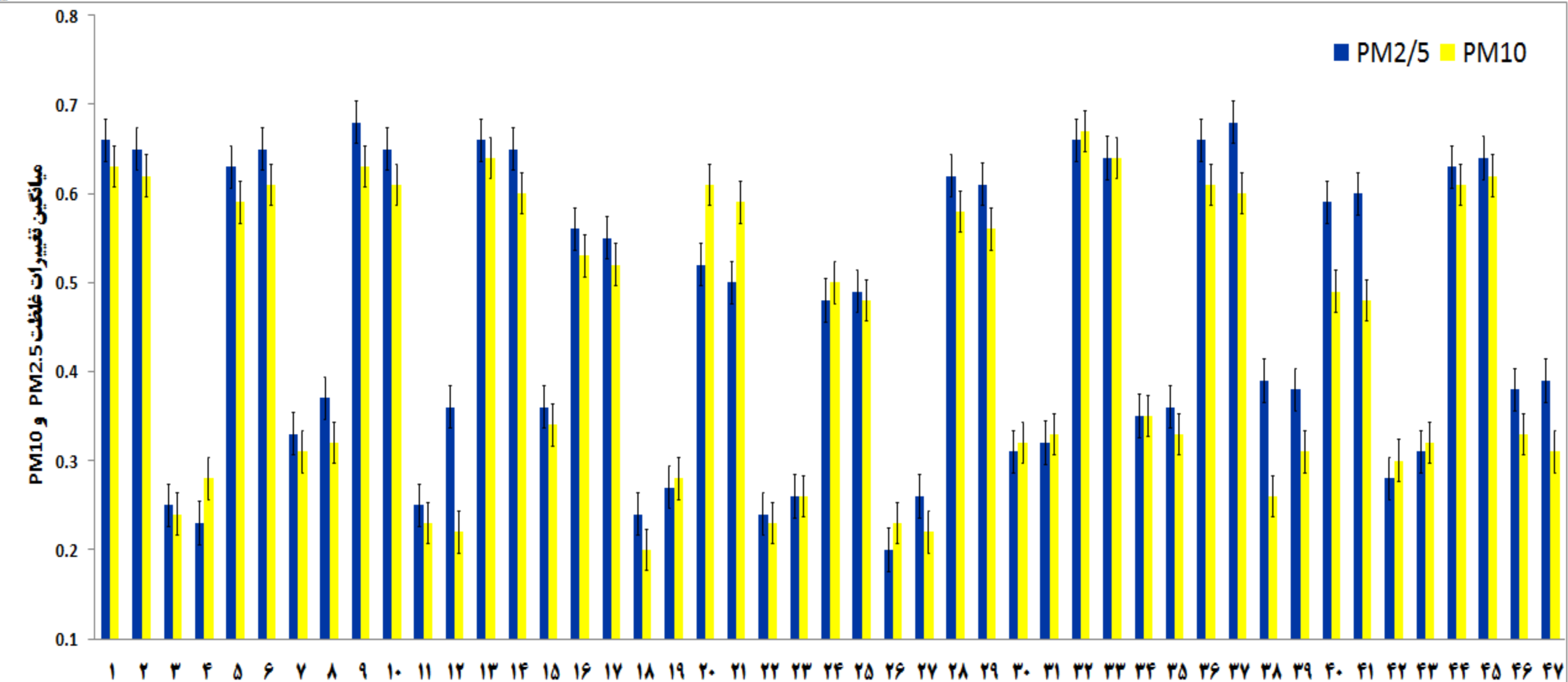
# همبستگی غلظت $PM_{2.5}$ و $PM_{10}$ در اتاق های عمل با محوطه بیرونی

$$r=0.11$$

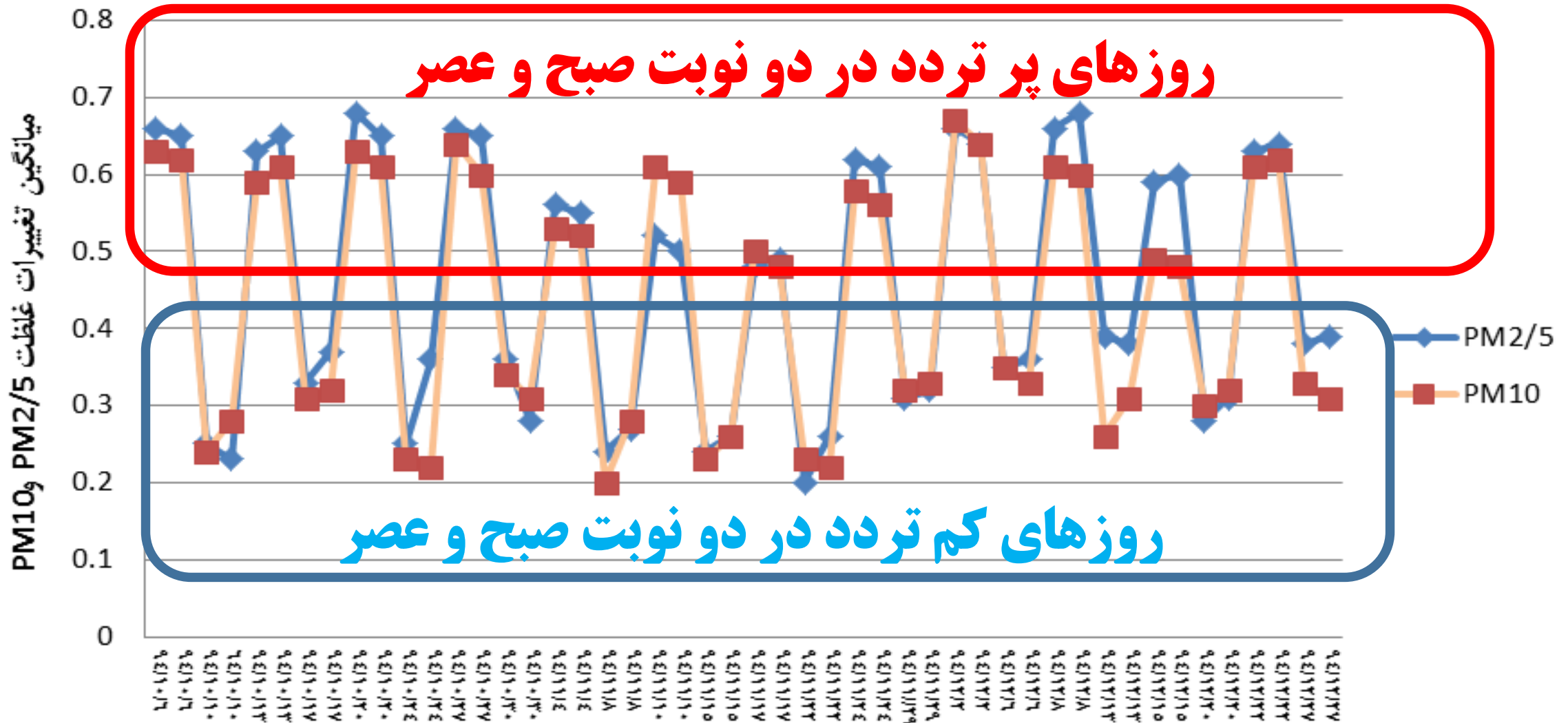
$$P=0.078 \text{ (سطح معناداری)}$$

عدم همبستگی میان  $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$  در محوطه داخلی با محوطه بیرونی بیمارستان

# میانگین تغییرات غلظت PM2.5 و PM10 در روزهای نمونه برداری



# میانگین تغییرات غلظت PM2.5 و PM10 در روزهای نمونه برداری



# تأثیر روزهای نمونه برداری بر غلظت PM2.5 و PM10

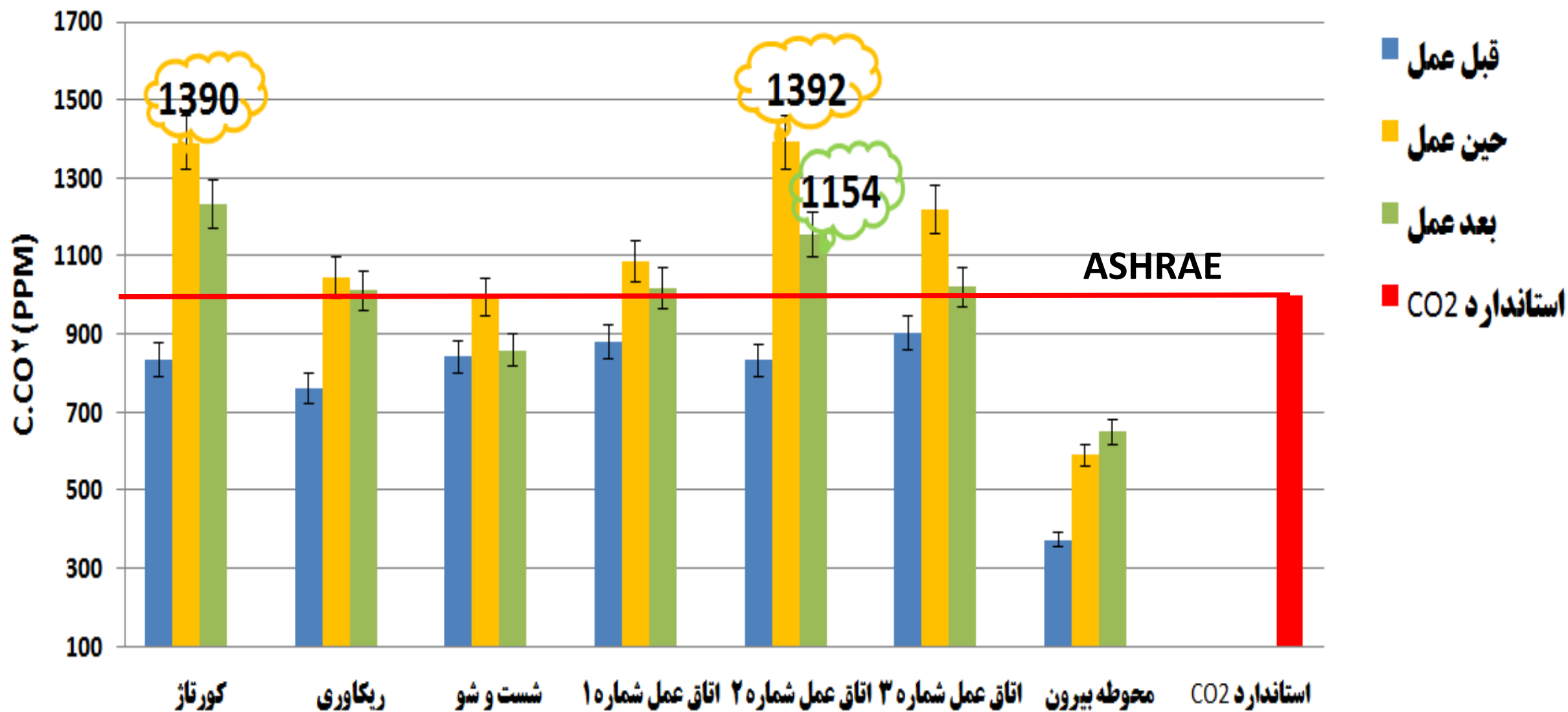
متغیر	یکشنبه (پرتردد) N=۱۲۰ میانگین ± انحراف معیار (mg/m <sup>۳</sup> )	پنج شنبه (کم تردد) N=۱۲۰ میانگین ± انحراف معیار (mg/m <sup>۳</sup> )	سطح معناداری
PM <sub>۲/۵</sub>	۰/۴۸ ± ۰/۲	۰/۲۳ ± ۰/۱	۰/۰۳۱
PM <sub>۱۰</sub>	۰/۵ ± ۰/۳	۰/۲۴ ± ۰/۲	۰/۰۳۴



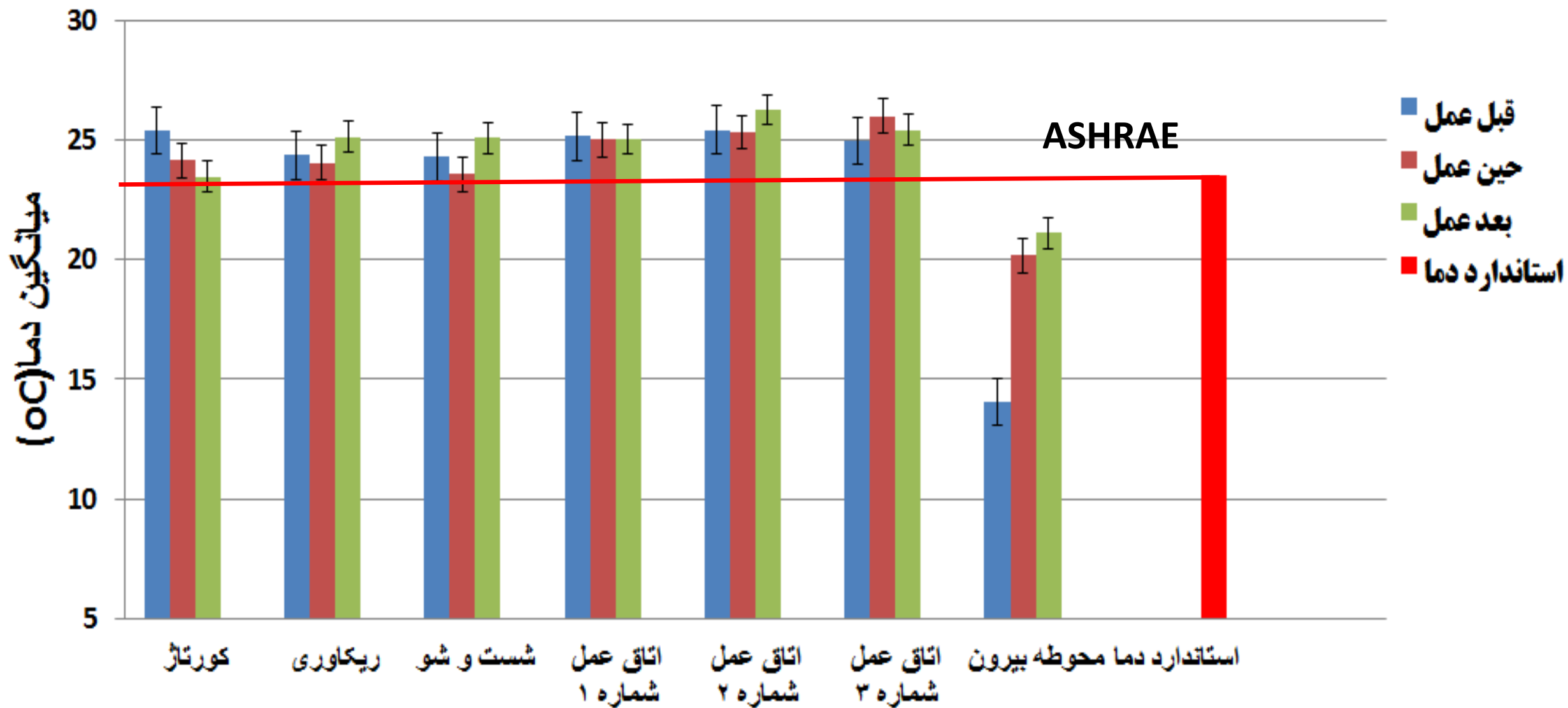
# ارزیابی عملکرد سیستم تهویه

پارامتر	اندازه گیری شده	ASHRAE
سرعت جابجایی هوا (FPM)	0	۳۹
فشار	0	مثبت
نرخ تهویه (نرخ تخلیه هوا در ساعت)	0	۲۰
رطوبت (درصد)	۳۵	۴۵-۶۰
دما (سانتیگراد)	۲۵/۳	۲۰-۲۴/۵

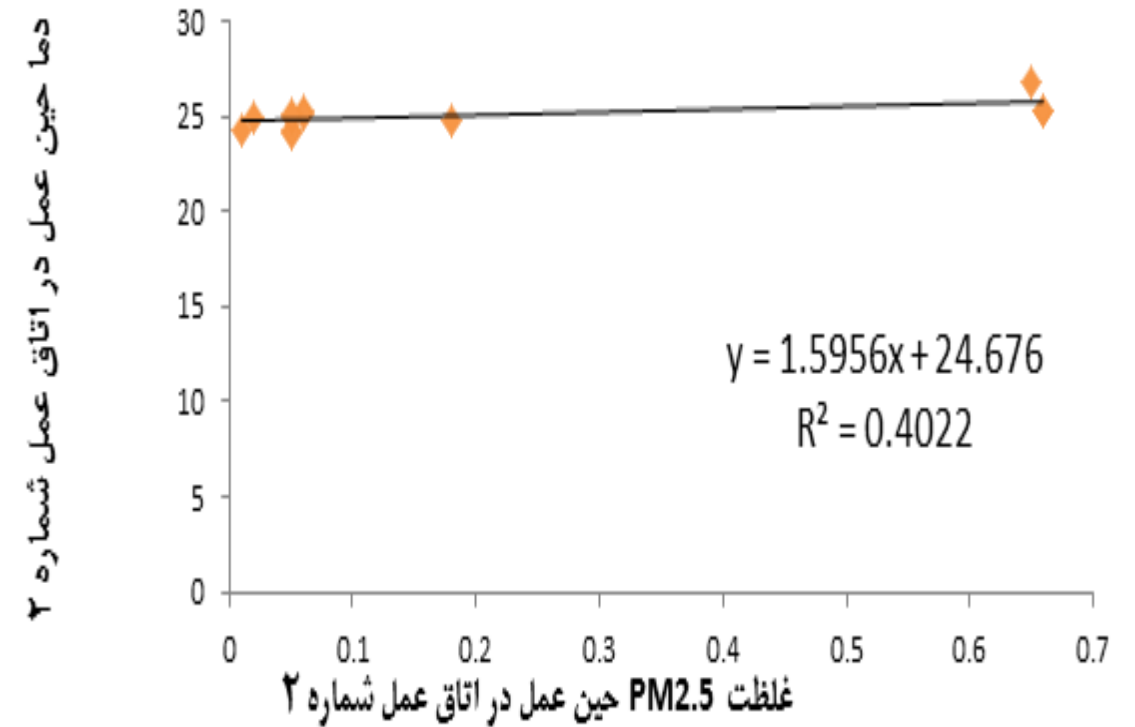
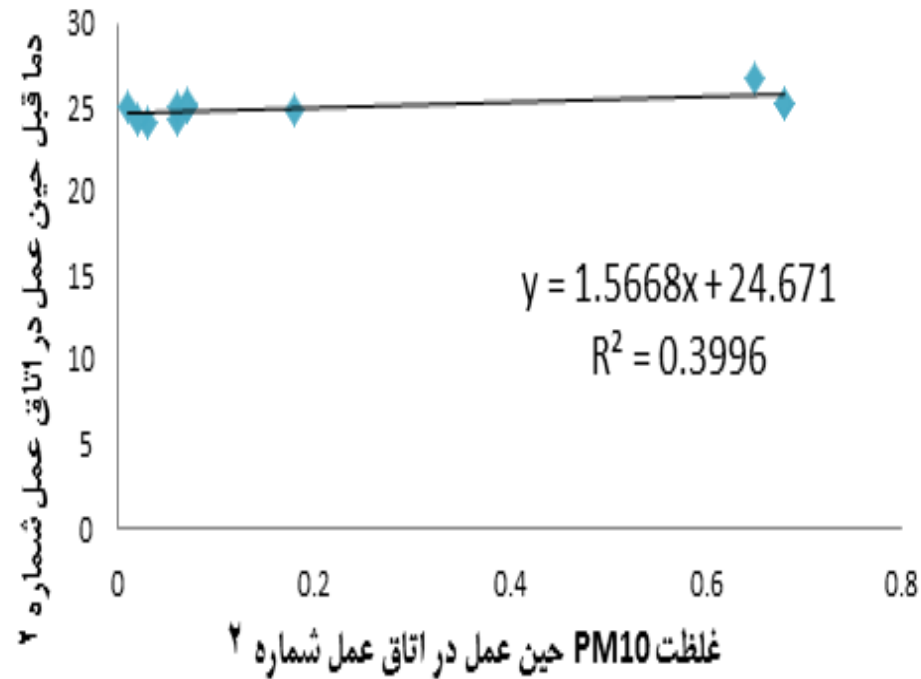
# میانگین غلظت CO2 در مقایسه با استاندارد ASHRAE



# میانگین دما در مقایسه با استاندارد ASHRAE



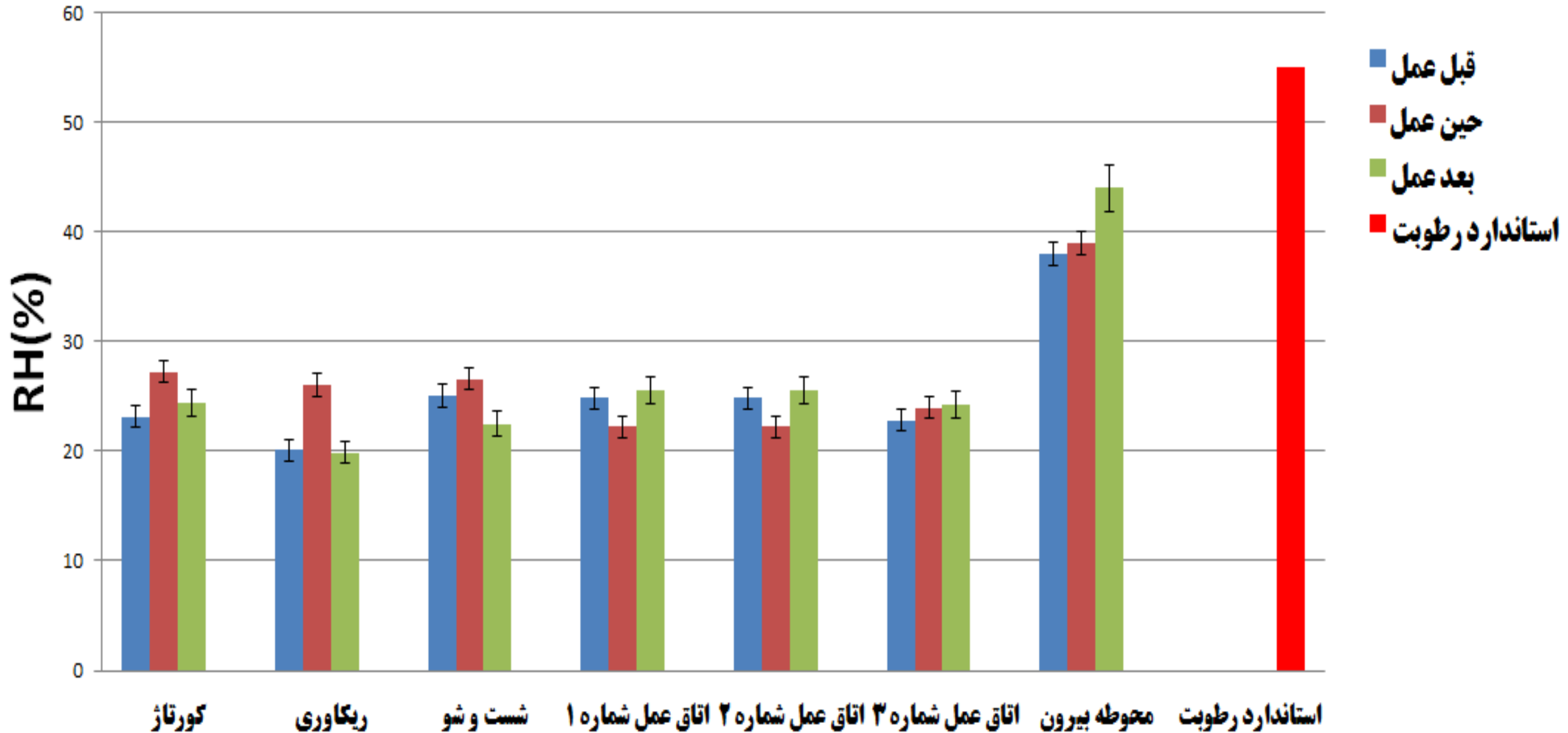
# بررسی تاثیر دما بر غلظت PM2.5 و PM10



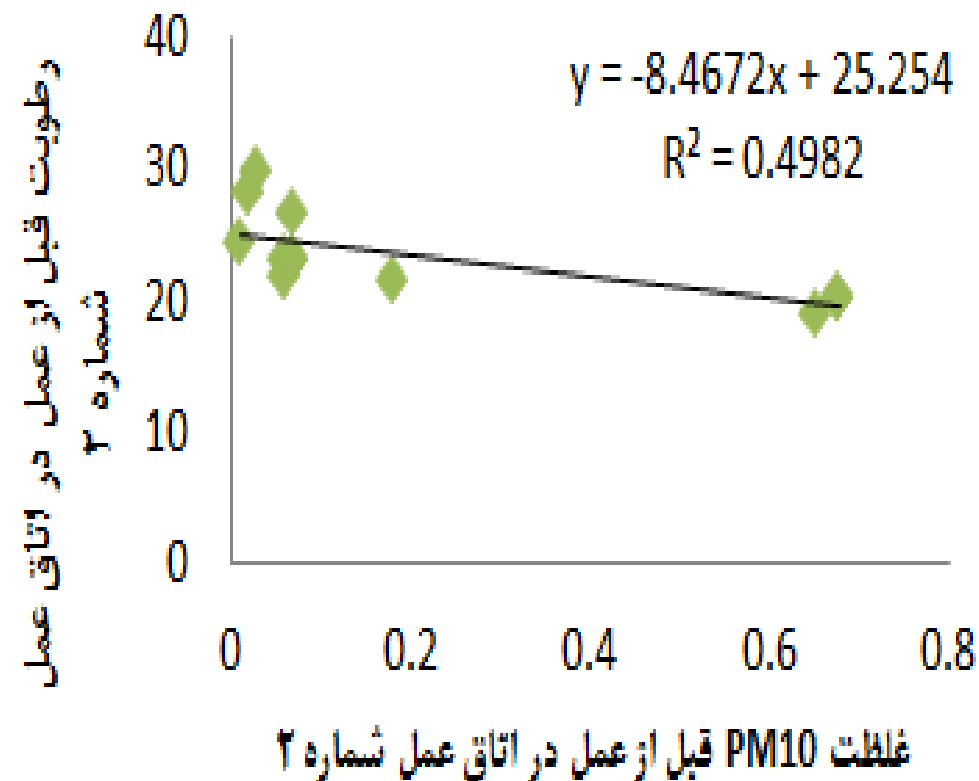
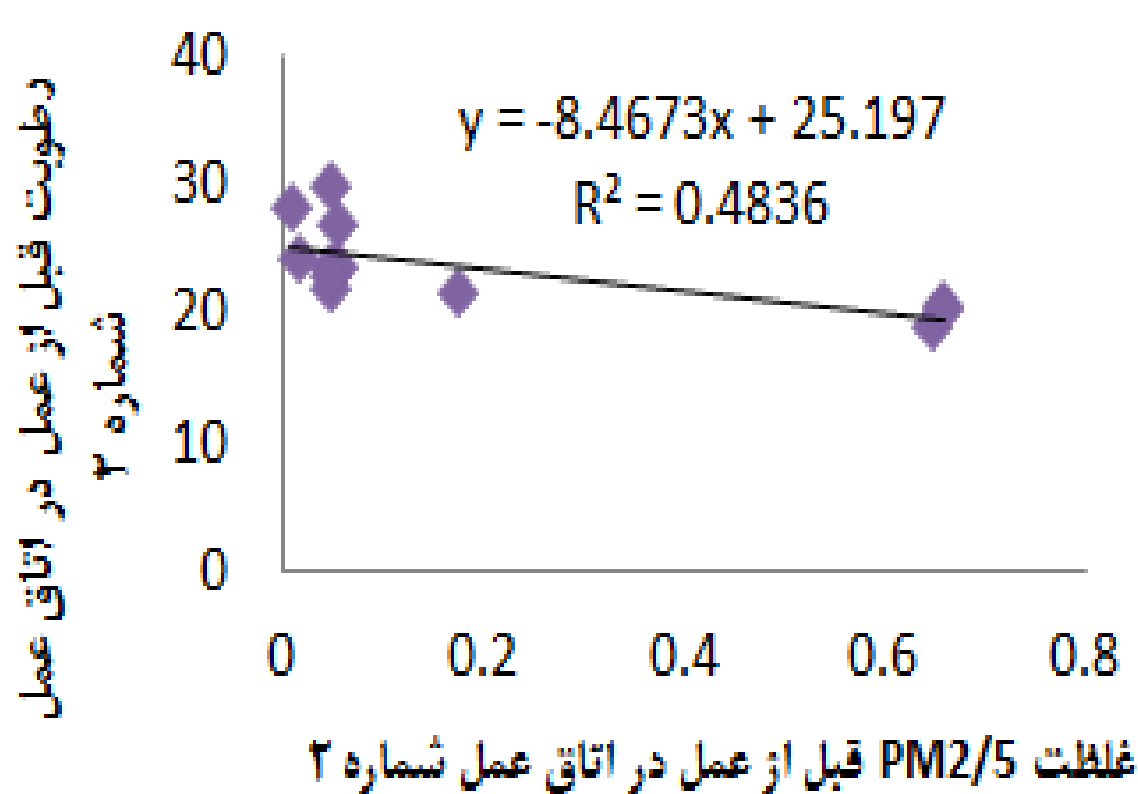
ارتباط دما با غلظت PM<sub>۱۰</sub> در اتاق عمل شماره ۲ در شرایط حین عمل

ارتباط دما با PM<sub>۲/۵</sub> در اتاق عمل شماره ۲ در شرایط حین عمل

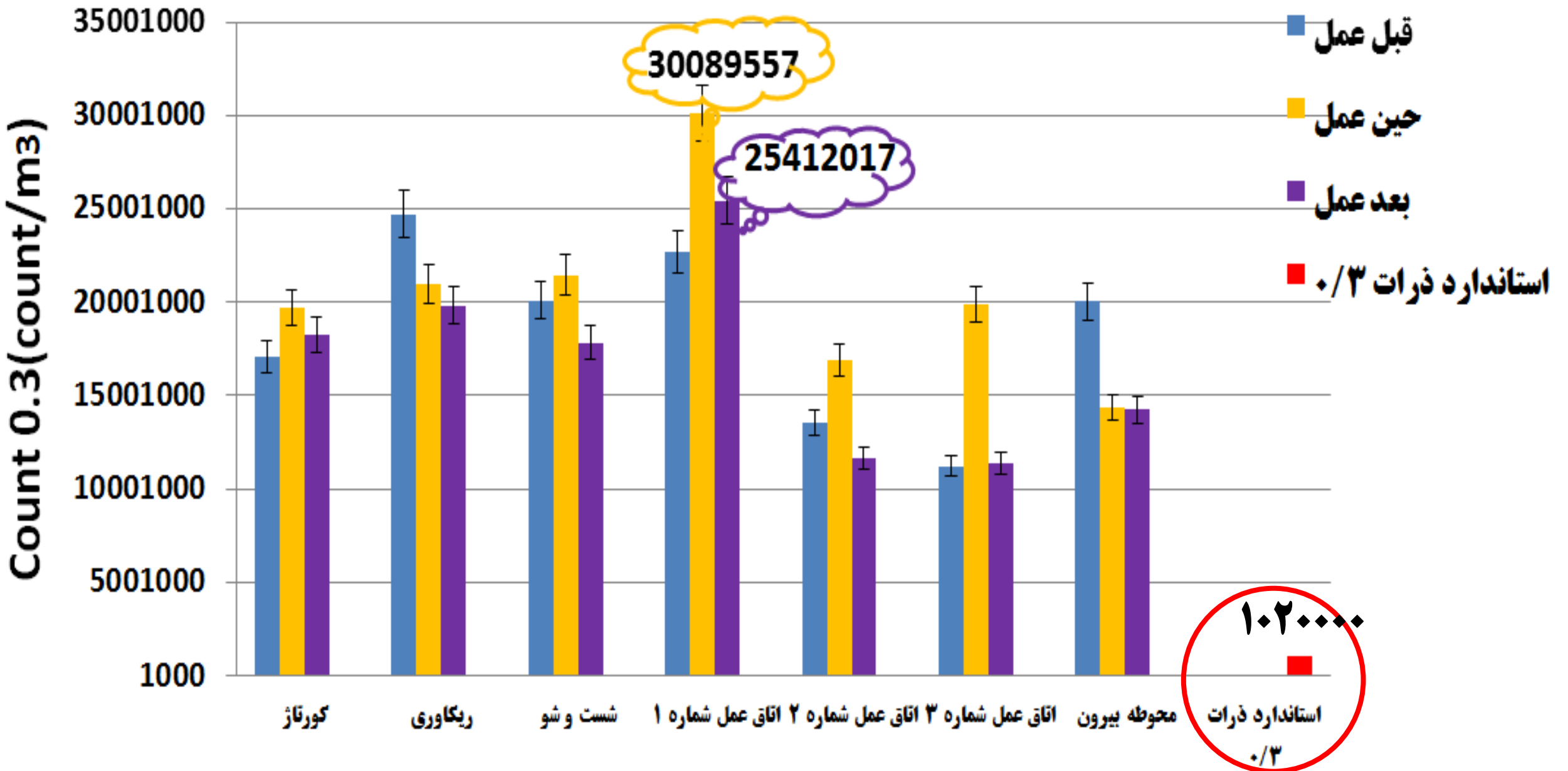
# میانگین رطوبت در مقایسه با استاندارد ASHRAE



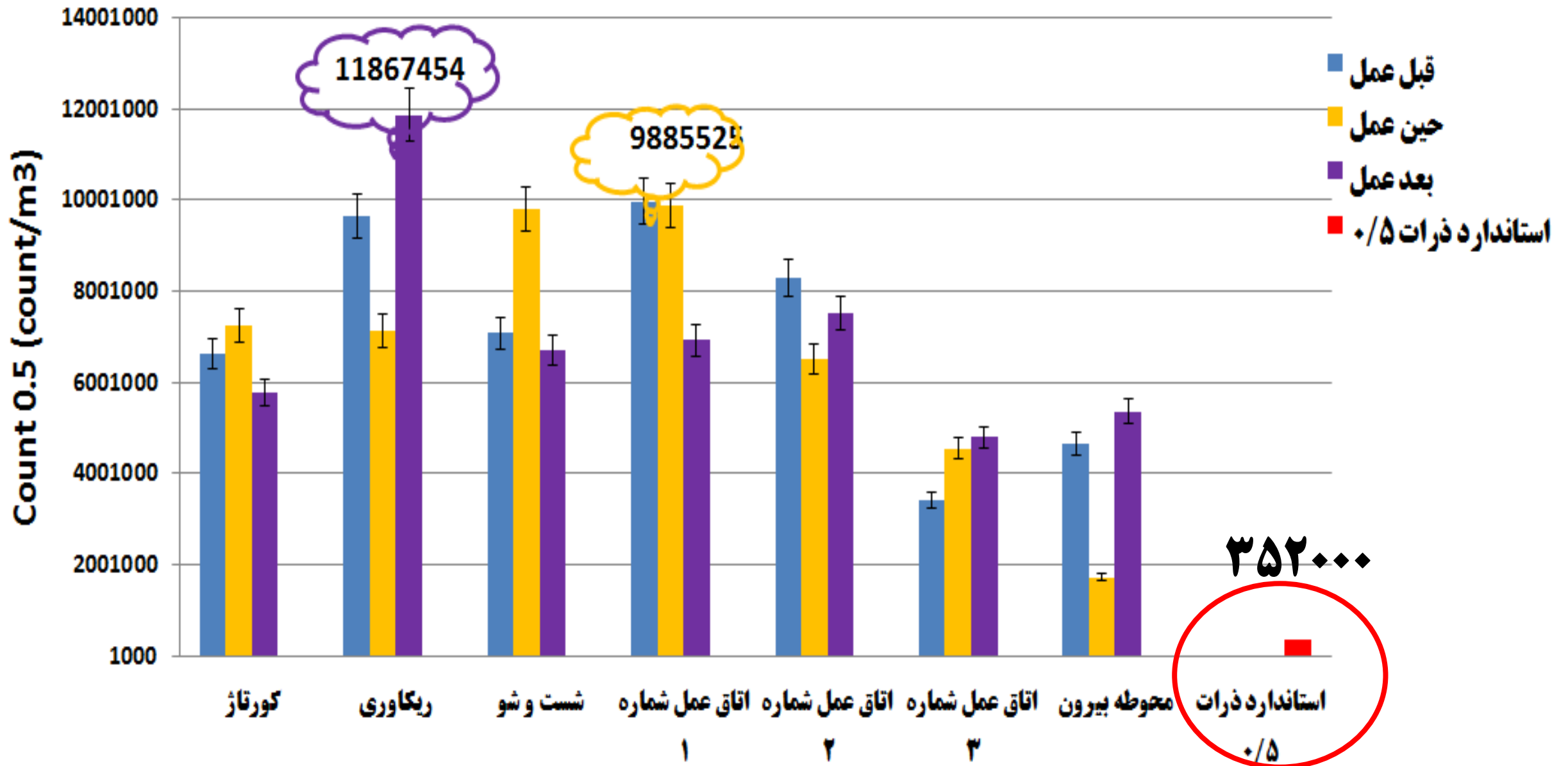
# بررسی تاثیر رطوبت بر غلظت PM2.5 و PM10



# میانگین تعداد ذرات معلق 0.3 میکرومتر در مقایسه با استاندارد اتاق پاک کلاس ۷-

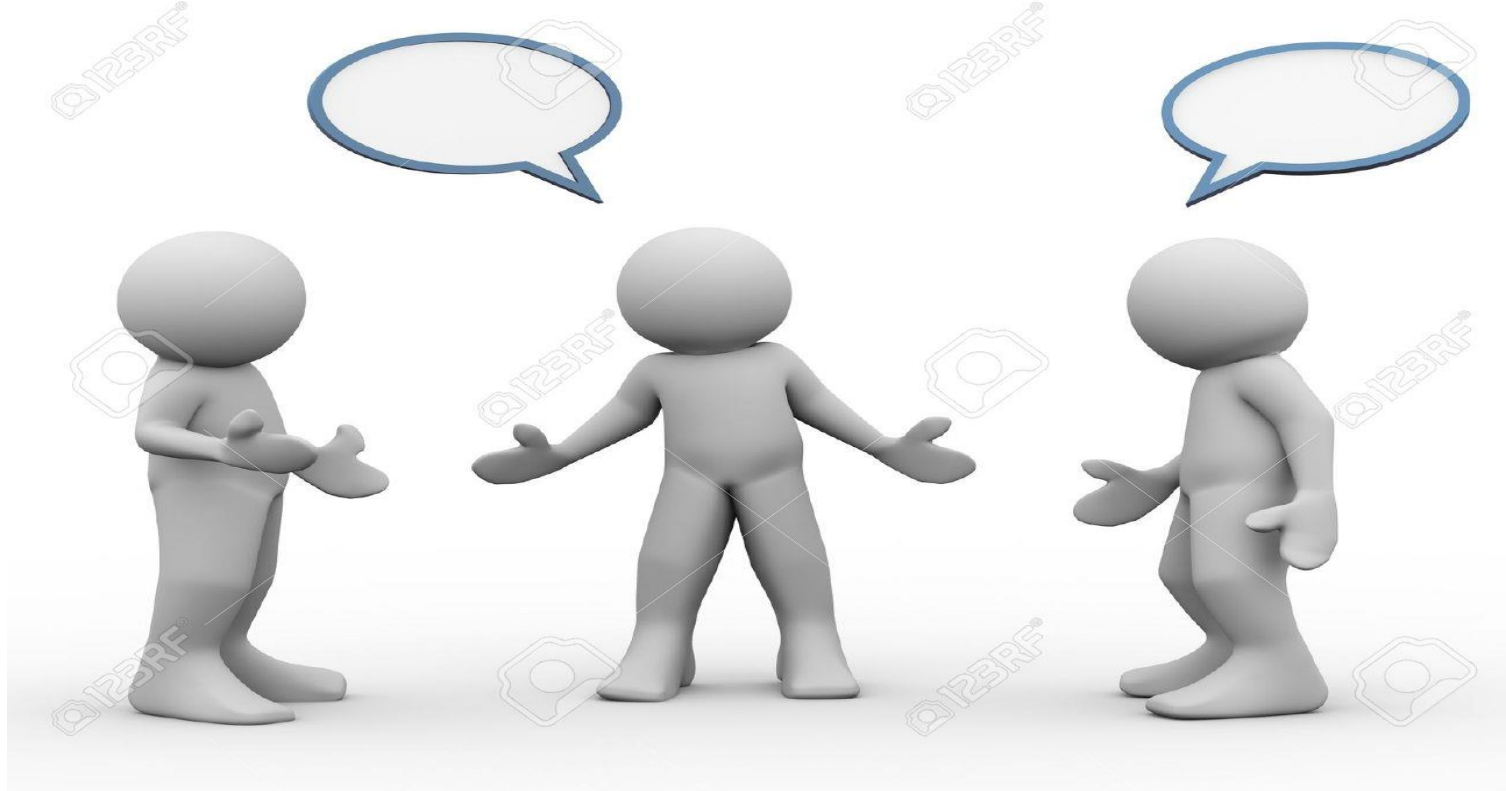


# میانگین تعداد ذرات معلق 0.5 میکرومتر در مقایسه با استاندارد اتاق پاک کلاسی-۷





# بحث



# تفسیر نتایج PM2.5 و PM10

ارتباط مثبتی بین فعالیتهای انسانی، تراکم وسایل نقلیه و تراکم جمعیت با افزایش ذرات معلق در هوا وجود دارد

حسینی و همکاران: غلظت ذرات معلق  $0.8\text{mg}/\text{m}^3$  در ایجاد برش به روش الکتروکاتر

میانگین غلظت تابع:

– نوع عمل جراحی

– نوع بیماران بستری شده

– میزان تهویه و تعداد پرسنل

• قبل عمل (محوطه بیرون):

• – ساعت آغاز کاری و اوج ترافیک

• – قرار گیری بیمارستان کوثر در خیابان اصلی شهر

• حین و بعد عمل (اتاق عمل – ۲)

• نوع عمل جراحی (سزارین و لاپاراسکوپی)

• – عدم سیستم تهویه

• – تردد پرسنل، حضور کار آموزان، فضای کوچک اتاق عمل

• کم بودن غلظت (اتاق عمل – ۱):

• – نوع عمل جراحی (عمدتا برداشتن رحم و کیست که تعداد مراجعه کننده کمتری نسبت به سایر بخشها داشت)

• – تردد کم پرسنل

# تفسیر نتایج PM10 و PM2.5

• در این مطالعه بین غلظت‌های  $PM_{10}$  و  $PM_{2.5}$  بخش داخل با بیرون ارتباط معناداری یافت نشد ( $p > 0.05$ ).

• - عدم وجود پنجره در بخش‌ها

• - عدم وجود سیستم تهویه به منظور ارتباط بخش‌های داخلی با محیط بیرون

همبستگی مثبت و معنی داری میان غلظت ذرات معلق  $PM_{10}$  و  $PM_{2.5}$  مشاهده شد.

(نیک پی (۲۰۱۶)

ارتباط مثبت و معنی داری بین دو کیفیت هوای داخلی و خارجی وجود دارد.

رضایی (۲۰۱۴)، دهقانی (۲۰۱۲)، ادیاگبونیا (۲۰۱۴)

# تفسیر نتایج PM10 و PM2.5

Slezakova (۲۰۱۲):  $PM_{2/5}$  در حدود ۹۳ درصد حاوی عناصر فلزی مضر و سرطان زا است.

ذرات معلق: ابتلا به انواع بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان ریه می‌شود.

میرحسینی:  $PM_{2/5}$  و  $PM_{10}$  موجود در هوای شهر خرم آباد در مناطق پرتراکم بالاتر است.

گودرزی: بین غلظت ذرات معلق و تراکم جمعیت رابطه مستقیمی وجود دارد.

- ذرات معلق  $PM_{2/5}$  و  $PM_{10}$  در تمامی شرایط قبل، حین و بعد از عمل از میزان استاندارد توصیه شده سازمان WHO و US.EPA بالاتر بودند.

- تاثیر روزهای نمونه برداری بر میزان غلظت

- — مطابق نتایج به دست آمده از آماری، ارتباط معناداری میان روزهای نمونه برداری بر میزان غلظت وجود دارد.

• در اتاق‌های عمل بیمارستان خصوصی قزوین  
میزان شاخص‌های موثر بر تهویه استاندارد  
مطابق استاندارد ASHRAE ارزیابی شد.



• در اتاق‌های عمل بیمارستان کوثر سیستم تهویه  
استانداری موجود نبود و به واسطه دستگاه  
استریل کننده هوا عملاً جابجایی هوا نداشت  
و کولر گازی هوا در اتاق به چرخش در می  
آمد.



**Ceiling Return Air**  
(Return Air Balanced  
Proportionally  
Between High and  
Low Levels)

Light Fittings

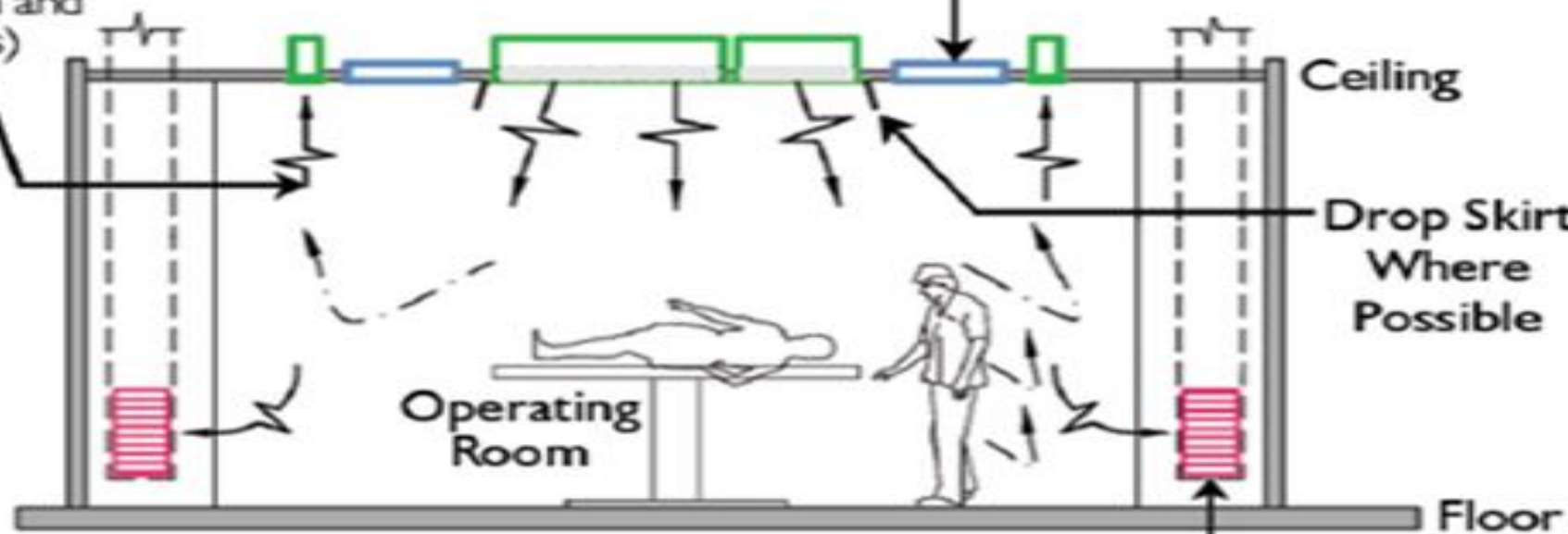
Ceiling

Drop Skirt  
Where  
Possible

Operating  
Room

Floor

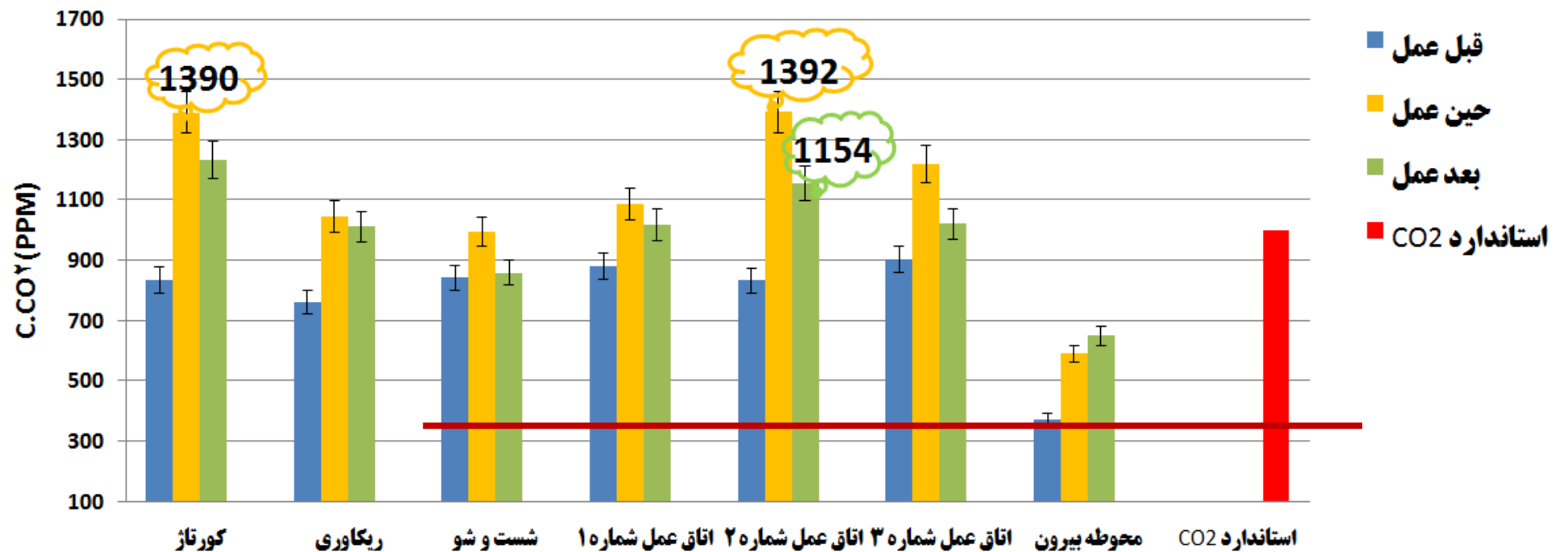
Low Level  
Exhaust/Return Air



# تفسیر غلظت CO2

نیک پی (۲۰۱۶): افزایش CO2: تعداد و تراکم افراد  
Chien: افزایش CO2: عملکرد ضعیف سیستم تهویه

- نوع عمل
- عدم کارایی سیستم تهویه
- تردد پرسنل
- جانمایی نامناسب بیمارستان



## تفسیر دما

ارتباط مثبت و معناداری میان غلظت ذرات معلق و دما ( $R^2=0.40, P<0.05$ )

Mora: ارتباط معنی دار و مثبتی میان افزایش دما و غلظت ذرات معلق



# تفسیر رطوبت

- ارتباط منفی و معناداری میان غلظت ذرات معلق و رطوبت به دست آمد. ( $R^2=0.49, P<0.05$ )
- احرامپوش: بالا بودن غلظت ذرات معلق با رطوبت کم و میزان بارندگی کم ارتباط داشت.
- محمودیان: میزان رطوبت کم تر باشد باعث خشکی پوست، انعقاد سریعتر خون، عدم آسایش حرارتی و از نظر ایمنی باعث برق گرفتگی و آتش سوزی تجهیزات می شود.

# تفسیر ذرات ۰/۳ و ۰/۵ میکرومتر

بخش اعظم ذرات ریز (کمتر از ۵ میکرون)  
تولید شده در اتاق عمل ناشی الکترو کاتر

حسینی و  
همکاران

عدم ارتباط هوا بیرون با محیط داخل سبب  
افزایش غلظت ذرات ریز در هوا می شود.

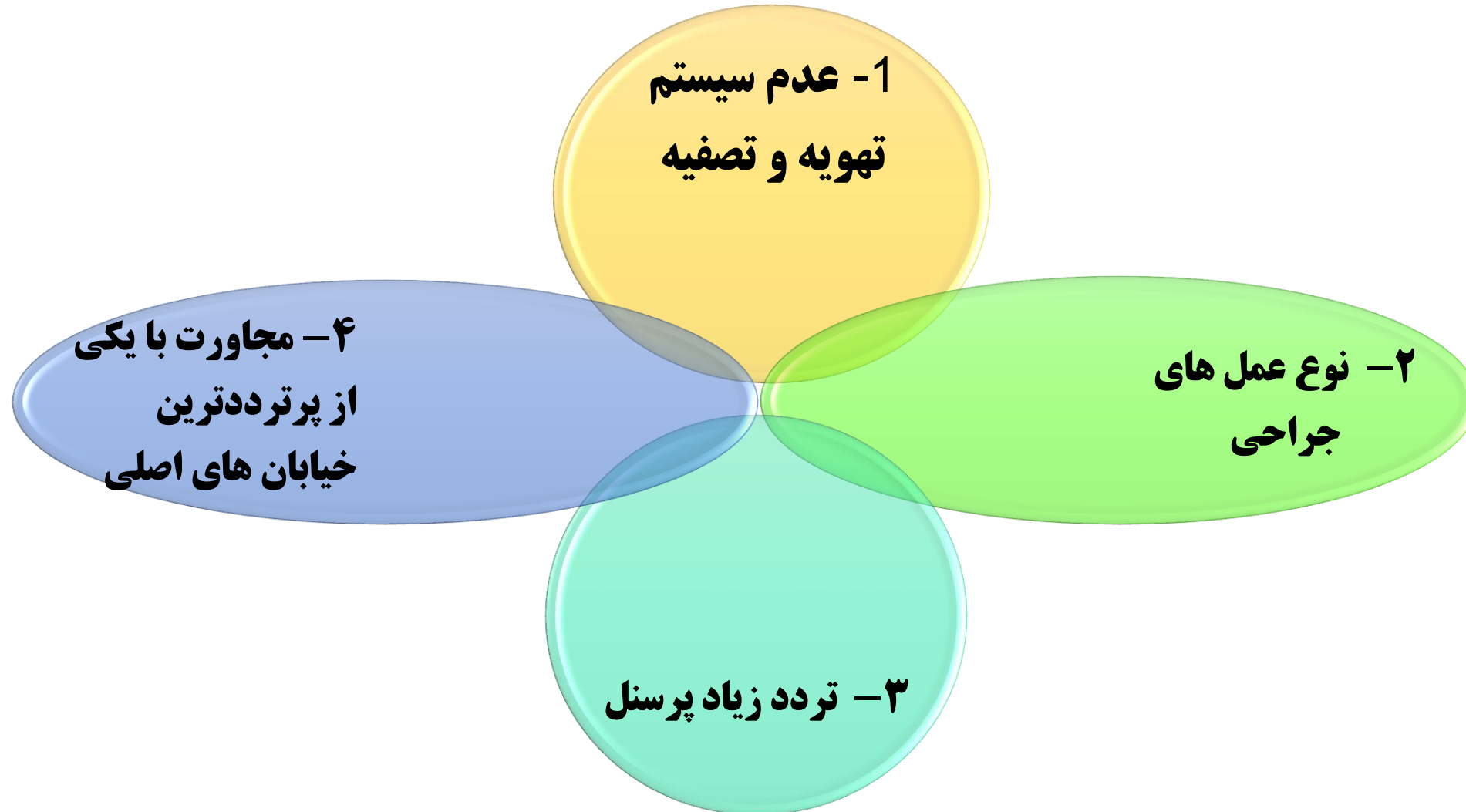
Friberg

• ذرات ۰/۳ و تعداد ذرات ۰/۵  
میکرون در کلیه شرایط اندازه-  
گیری نسبت به استاندارد بالاتر  
بود.

نتیجه گیری



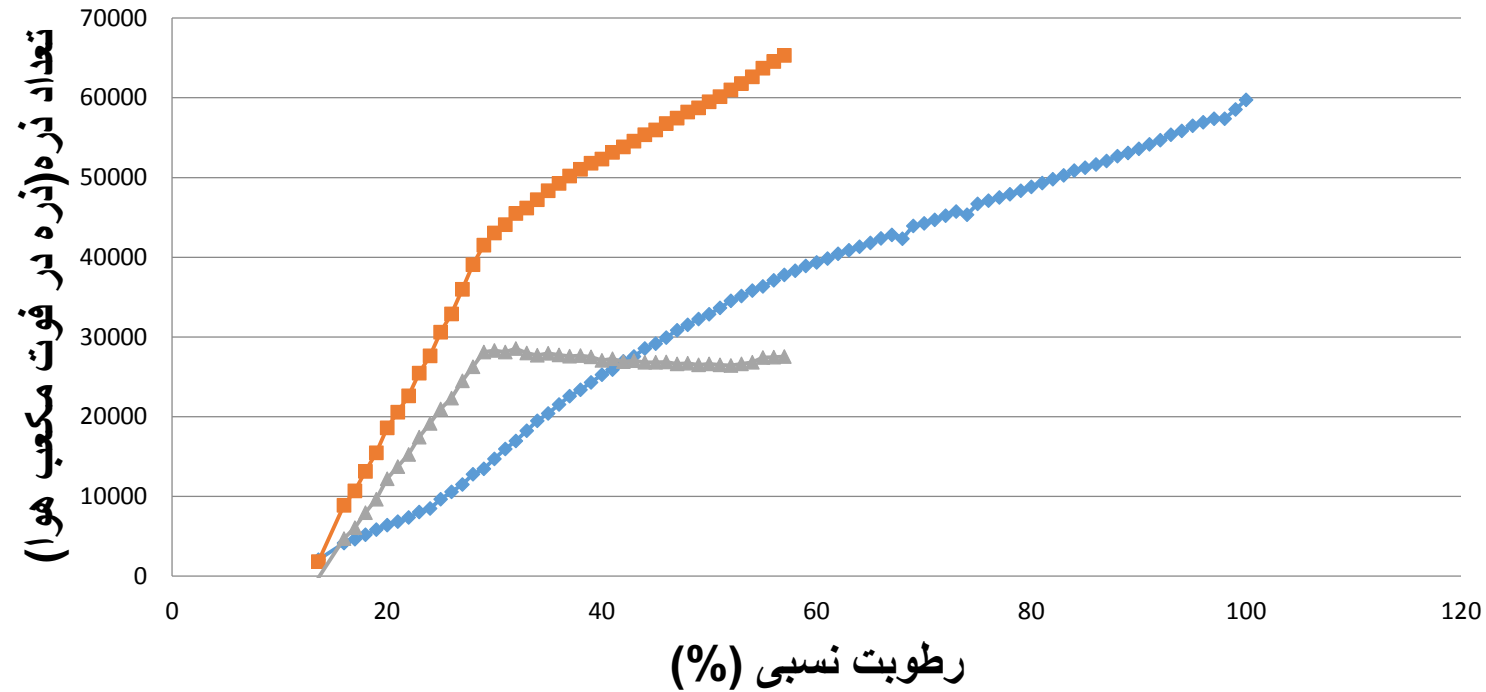
# سه منابع موثر در انتشار آلودگی



# پیشنهادات



- ۱- طراحی سیستم تهویه و تصفیه کارا
- ۲- تدوین برنامه پایش و نظارت بر این سیستم‌ها
- ۳- نصب دستگاه رطوبت زن با آب مقطر به منظور کنترل رطوبت و کاهش ذرات معلق



• ۴- پایش ذرات معلق با هدف دستیابی به استانداردهای ایزو کلاس ۷ و ایزو کلاس ۴

• ۵- بهسازی وسایل و تجهیزات اتاق عمل از جهت کارکرد و نوع طراحی تجهیزات به گونه‌ای که

تمیز کردن آن‌ها به راحتی انجام گیرد.

• ۶- آموزش پرسنل به منظور توجه و نظارت بر تهویه بخش‌های مختلف اتاق عمل و کنترل شرایط

محیطی (دما، رطوبت) که افزایش و کاهش آن هم برای بیمار و هم پرسنل عوارض بهداشتی و

ایمنی به دنبال دارد

• ۷- جانمایی بیمارستان در مکانی دور از ترافیک

# پیشنهادهای برای مطالعات بعدی

— بررسی ارتباط کیفیت هوا داخلی با عملکرد سیستم تهویه در اتاق های عمل بیمارستان های خصوصی شهر قزوین

— بررسی ارتباط کیفیت هوا داخلی با عملکرد سیستم تهویه در اتاق های عمل بیمارستان های دانشگاهی علوم پزشکی شهر قزوین

— طراحی و ساخت سیستم های تهویه و ارزیابی کارائی آن در اتاق های عمل

— ارزیابی کیفیت هوا داخلی با عملکرد سیستم تهویه در اتاق های عمل بیمارستان ها خصوصی شهر قزوین به منظور مقایسه با استاندارد کلاس ۶

— ارزیابی کیفیت هوا داخلی با عملکرد سیستم تهویه در اتاق های عمل بیمارستان های دانشگاهی شهر قزوین به منظور مقایسه با استاندارد کلاس ۷

— ارزیابی بیولوژیکی کیفیت هوای داخلی در اتاق های عمل بیمارستان های دانشگاهی شهر قزوین

— بررسی سندرم ساختمان بیمار (SHS) در میان کارمندان شاغل در اتاق های عمل بیمارستان کوثر شهر قزوین



# Articles

1. Evaluation of hospital wards indoor air quality: the particles concentration (Journal of Air Pollution and Health)
2. Survey of airborne particles Airborne Particulate Matters and indoor air quality index in Bu-Ali Sina hospital Qazvin( Journal of Qazvin University of Medical)
3. Assessment of sick building syndrome symptoms among office Workers of vice chancellor in Food and Drug affairs, Qazvin (2015)
4. Assessment of biological agents and air born particles concentration in infectious unit of Qazvin Boo Ali Sina hospital
5. Survey of indoor air quality in one of Qazvin public hospitals
6. Assessment of local exhaust ventilation systems in some Qazvin industries
7. A cognitive human error analysis with CREAM in control room of petrochemical industry (Biotech-health)

8. Semi-quantitative assessments of the health risk of occupational exposure to chemical material and investigation of spirometry indices in between employees a petrochemical industry

9. Effects of an ergonomic training program on the reduction of musculoskeletal disorders

10. Evaluation of Prevalence of Musculoskeletal Disorders among Students Using Portable Computer in Faculty of Health, Qazvin University of Medical Sciences

11. Impact of job stress on the prevalence of musculoskeletal disorders among computer users of hospitals in Gorgan, Iran, in 2014

12. Correlation between Sargent jump and 45-meter dash in the estimation of the anaerobic power

13. Manual material handling assessment and repetitive tasks with two methods MAC and ART in a subsidiary of a manufacturer of cleaning products

14. Assessment of the Staff Working Posture Using REBA, ROSA Methods in a Military Hospital

15. برآورد هزینه ناشی از صدای ترافیکی بر سلامت افراد

# سخنرانی در همایش

نهمین همایش تازه های علوم بهداشتی



اولین کنفرانس نمونه برداری و پایش آلاینده های محیط زیست



چهارمین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست



دومین کنگره بین المللی علوم زمین و توسعه شهری



نخستین همایش دوسالانه ارگونومی ایران



اولین همایش ارتقا و سلامت جامعه ( دانشکده بهداشت قزوین)

# بیا تشکر از توجه شما

